

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-145175

(43)Date of publication of application : 20.06.1991

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 01-283309

(71)Applicant :

SONY CORP

(22)Date of filing : 31.10.1989

(72)Inventor :

KAISE KIKUO

MOTOHORI ISAO

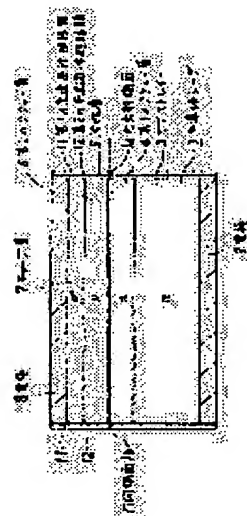
HIRABAYASHI TAKAYUKI

(54) SEMICONDUCTOR LASER

(57)Abstract:

PURPOSE: To accurately set a light emitting edge to a prescribed refractive index excellent in reproducibility by a method wherein the light emitting edge is coated with a refractive index controlling film composed of a first and a second light transmitting insulating films which are laminated together and different from each other, and the light transmitting insulating films are specified in thickness basing on the wavelength of light and their refractive indexes.

CONSTITUTION: At least, a light emitting edge 1a out of the light emitting edge 1a and the opposed light emitting face 1b of a semiconductor laser 1 is coated with a refractive index controlling film 2 composed of a first and a second light transmitting insulating film, 11 and 12, which are laminated together and different from each other. The thicknesses t_1 and t_2 of the first and the second light transmitting films 11 and 12, are selected so as to satisfy formulas, $t_1 = (2m+1)\lambda/2n_1$ or $(2m+1)\lambda/4n_1$ and $t_2 = (2m+1)\lambda/4n_2$, respectively where λ , m , n_1 , and n_2 denote the light wavelength of a semiconductor laser, an integer, and the refractive indexes of the first and the second light transmitting insulating films 11 and 12. By this selection, the light emitting edge of a semiconductor laser can be set to a prescribed refractive index excellent in reproducibility.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3080312号

(P3080312)

(45) 発行日 平成12年8月28日 (2000.8.28)

(24) 登録日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl.¹

H 0 1 S 5/00

識別記号

F I

H 0 1 S 5/00

請求項の数1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平1-283309
 (22) 出願日 平成1年10月31日 (1989. 10. 31)
 (65) 公開番号 特開平3-145175
 (43) 公開日 平成3年6月20日 (1991. 6. 20)
 審査請求日 平成8年10月22日 (1996. 10. 22)
 審判番号 平11-2521
 審判請求日 平成11年2月18日 (1999. 2. 18)

(73) 特許権者 999999999
 ソニー株式会社
 東京都品川区北品川6丁目7番35号
 (72) 発明者 貝瀬 喜久夫
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内
 (72) 発明者 本堀 勲
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内
 (74) 代理人 999999999
 弁理士 松隈 秀盛

合議体

審判長 小林 邦雄

審判官 稲積 義登

審判官 田部 元史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体レーザの製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体レーザの光出射端面に、異なる屈折率を有する少なくとも第1および第2の光透過性絶縁膜を積層成膜して、所定の反射率を有する反射制御膜を形成する工程を有し、

上記半導体レーザの波長を λ とし、上記第1および第2の光透過性絶縁膜の各屈折率を n_1 および n_2 とすると、
 上記光出射端面に、まず、厚さが $(2m+1)\lambda/2n_1$ 程度または $(2m+1)\lambda/4n_1$ 程度の上記第1の光透過性絶縁膜を形成し、その後、上記第1の光透過性絶縁膜上に、
 $(2m+1)\lambda/4n_2$ 程度の厚さで、上記反射制御膜の反射率が、上記半導体レーザのレーザ光の波長に対して極大あるいは極小を示す厚さにおいて得られる上記第2の光透過性絶縁膜を形成し、目的とする反射率を有する上記反射制御膜を形成することを特徴とする半導体レーザの

2

製造方法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は半導体レーザの製造方法に係わる。

【発明の概要】

本発明は半導体レーザに係わり、この半導体レーザの光出射端面に、互いに異種の第1の光透過性絶縁膜と第2の光透過性絶縁膜とが積層されて成る反射率制御膜を被着し、その半導体レーザ光の波長を λ とし、第1及び第2の光透過性絶縁膜の各屈折率を n_1 及び n_2 とすると、

$$(2m+1)\lambda$$

$$2n_1$$

あるいは

$$\frac{(2m+1)\lambda}{4n_1}$$

に、また第2の光透過性絶縁膜の厚さを

$$\frac{(2m+1)\lambda}{4n_2} \quad (m \text{ は整数})$$

に選定するものであって、このようにすることによって半導体レーザの光出射端面において、目的に応じた所定の反射率の設定を優れた再現性をもって高精度に選定することができるようになる。

〔従来の技術〕

半導体レーザにおいては、動作電流の低減化、戻り光防止、高出力化等の目的のために、そのファブリーペロー（Fabry-Perrow）の共振器の端面、すなわち一般には劈開面に絶縁膜いわゆるパッシベーション膜が被着されている。また、例えば一般の高出力レーザにおいては、フロント側すなわち光出射端面側の端面の反射率を下げ、反射側端面では反射率を高めることにより高出力化あるいはキックパワーの上昇を図っている。

しかしながらこのフロント側端面の反射率は、単にこれを低めれば良いというものではなく半導体レーザの使用目的、すなわち要求される特性に応じてその反射率の選定がなされる。例えばスーパーluminescence半導体レーザにおいては、その光出射端面における反射率は0.5～1%程度に、また高出力半導体レーザにおいては4±1%に、さらに戻り光対策がなされる場合においては7±1%あるいは9±1%程度の反射率の選定がなされる。また光出射端面とは反対側においてもそれぞれ反射の考慮を必要とする場合がある。

通常、この種の半導体レーザにおけるその共振器のフロント側端面すなわち光の出射端面の反射率の選定は、単層絶縁膜の厚さ、例えばSiO₂、Si₃N₄、Al₂O₃等の単層絶縁膜の厚さで制御される。例えば半導体レーザの波長が785nmのAlGaAs系半導体レーザにおいて、その端面にAl₂O₃単層膜を被着した場合のその端面反射率と膜厚との関係は第16図に示すようになる。この場合反射率を例えば10%に選定すべく、そのAl₂O₃単層膜の膜厚を820Å±50Åで作製したとすると、その反射率は、10±2%という低い精度の反射率選定となってしまう。

そしてまたこの場合に例えば下層膜としてSiN膜を、上層膜として、Al₂O₃膜の2層構造として下層の第1の層SiNを

$$\frac{\lambda}{2n}$$

（nは屈折率で約2.0）の厚さの約1950Åの厚さに被着し、これの上にAl₂O₃膜を850Å±50Åで形成した場合について見ると、第17図に示すようになる。

この場合下層のSiN膜が±100Åでばらついた場合、中

4

心1950Åの場合の曲線（100）に対して曲線（101）及び（102）で示すような端面反射率の移動が生ずる。したがって今反射率10%となるようにAl₂O₃膜を850Å±50Åで形成したときその厚さの精度が±50Åであると、その端面反射率は10%±5%の低い精度になってしまう。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明においては半導体レーザの目的に応じてその光出射端面及びこれとは反対側の端面における反射率を確実に再現性良く選定することができるようになるものである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明においては、例えば第1図に示すように半導体レーザ（1）の光出射端面（1a）とこれとは反対側の対向端面（1b）のうちの少なくとも光出射端面（1a）に、互いに異種の第1の光透過性絶縁膜（11）と第2の光透過性絶縁膜（12）とを積層してなる反射率制御膜（2）を被着する。第1の光透過性絶縁膜（11）は、その厚さt₁を2（m+1）λ/2n₁程度または2（m+1）λ/4n₁程度に、第2の光透過性絶縁膜（12）は、その厚さt₂を2（m+1）λ/2n₂程度に選定する（λは半導体レーザ光の波長、mは整数、n型、及びn₁は第1及び第2の光透過性絶縁膜（11）及び（12）の屈折率）が、本発明製造方法においては、先ず第1の光透過性絶縁膜（11）を、上述の厚さt₁を2（m+1）λ/2n₁程度または2（m+1）λ/4n₁程度に形成した後、反射制御膜の反射率を、半導体レーザのレーザ光の波長に対して極大あるいは極小にするように第2の光透過性絶縁膜を形成する。

〔作用〕

上述の本発明によれば、第1の光透過性絶縁膜（11）と第2の光透過性絶縁膜（12）の厚さt₁及びt₂を上述した条件（1a）式または（1b）式、及び（2）式下において選定することによってその反射率を再現性良く設定できる。具体的にはこの構成で光出射端面（1a）の反射率を、0.5～1.0%、3～5%、6.5～8.5%、7～9%、15～17%、23～24%、39～41%、47～48%、55～56%に高精度に選定でき、目的に応じた半導体レーザを構成できる。

〔実施例〕

第1図に本発明を適用する半導体レーザの一例を説明する。

この例は例えばAlGaAs系半導体レーザに適用した場合で、この場合第1導電型例えばn型のGaAsサブストレイト（3）上にこれと同導電型のn型のAlGaAsよりなる第1のクラッド層（4）と、これに対してバンドギャップの小さい例えばGaAsよりなる活性層（5）と、更にこれの上に活性層（5）に対してバンドギャップが大なる第2導電型のp型の第2のクラッド層（6）と、これの上に低比抵抗のGaAsキャップ層（7）とが順次エピタキシャル成長されてなる。（1）はこの半導体レーザを全体として示す。（8）及び（9）は半導体レーザ（1）の

(3)

6

5
対向電極で、一方の電極(8)が例えば第1図において紙面に沿ってキャップ層(7)上にストライプ状に形成されるかあるいは中央部を残して両側に電流阻止領域(図示せず)が設けられるなどしてストライプ状のファブリーペロー(Fabry-Perrow)共振器が構成される。

そしてその共振器の両端面すなわち光出射端面(1a)とその対向端面(1b)にそれぞれCVD(化学的気相成長法)、蒸着、スパッタ等によって第1及び第2の光透過性絶縁膜(11)及び(12)を順次被着してなる反射率制御膜(2)を被着形成する。

そして特に光出射端面(1a)上の反射率制御膜(2)の第1及び第2の光透過性絶縁膜(11)及び(12)の各厚さ l_1 及び l_2 を前記(1a)式または(1b)式及び(2)式に選定する。

以下実施例を挙げる。いずれの場合もAlGaAs系のレーザーでその波長 λ は典型値の $\lambda=785\text{nm}$ とする。また Si_3N_4 の屈折率は約2.0、 SiO_2 の屈折率は1.465、 Al_2O_3 の屈折率は1.60~1.67である。

実施例1

例えば $l_1=3\lambda/4n$ ($\lambda=785\text{nm}$, 屈折率 $n\sim 2.0$)とした、つまり $l_1\sim 2950\text{\AA}$ の SiN 膜より成る、第1の光透過性絶縁膜(11)をCVDで被着した。そしてこれの上に第2の光透過性絶縁膜(12)として SiO_2 膜(屈折率 $n=1.465$)を被着した。その膜厚 l_2 に対する反射率を第2図に示す。これを見て明らかなようにその $l_2\sim 1350\text{\AA}$ ($l_2\sim \lambda/4n$)で反射率8%においてピーク(変曲点)を示す。したがってこの変曲点近傍の反射率8%を目的として SiO_2 膜を、その厚さ l_2 が、 $l_2\sim \lambda/4n$ ($\sim 1340\text{\AA}$)になるように形成すれば、厚さ l_2 による反射率の変動を小に、すなわち高い精度に、かつ再現性良く反射率を $8\pm 1\%$ に選定できる。

実施例2

実施例1と同様に第1の光透過性絶縁層(11)として、厚さ $l_1\sim 3\lambda/4n\sim 2945\text{\AA}$ の Si_3N_4 膜を形成し、これの上の第2の光透過性絶縁膜(12)を Al_2O_3 ($n_2\sim 1.62$)によって形成した。

この場合、第3図に示すように、 $l_2\sim 1200\text{\AA}$ ($l_2\sim \lambda/4n$)で反射率がピークを来す。この場合の反射率のピークは17%程度を示しており、このピーク(変曲点)近傍の16%を目的として $l_2\sim \lambda/4n$ の(1200 \AA)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じててもその反射率を $16\pm 1\%$ というばらつきの小さい、したがって高精度に再現性良く得ることができる。

実施例3

例えば $l_1\sim \lambda/2n$ の Si_3N_4 膜より成る第1の光透過性絶縁膜(11)を被着し、これの上に第2の光透過性絶縁膜(12)として SiO_2 膜の厚さ l_2 をもって被着した。その膜厚 l_2 に対する反射率を第4図に示す。

この場合、 $l_2\sim 1350\text{\AA}$ ($l_2\sim \lambda/4n$)で反射率が極小を来す。この場合の反射率の極小は6.5%程度を示して

いる。したがって、極小(変曲点)近傍を目的として制御膜(2)の厚さを選定すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じててもその反射率を $7.5\pm 1\%$ というばらつきの小さい、従って高精度に再現性良く得ることができる。

実施例4

実施例3と同様に第1の光透過性絶縁膜層(11)として $l_1\sim \lambda/2n$ の Si_3N_4 膜を形成し、これの上の第2の光透過性絶縁膜(12)を Al_2O_3 によって形成した。

この場合、第5図に示すように、 $l_2\sim 1200\text{\AA}$ ($l_2\sim \lambda/4n$)で反射率が極小を来す。この場合の反射率の極小は5%程度を示しており、このピーク(変曲点)近傍の5%を目的として $l_2\sim \lambda/4n$ (1200 \AA)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じててもその反射率を $4\pm 1\%$ というばらつきの小さい、したがって高精度に再現性良く得ることができる。

実施例5

例えば $l_1\sim 3\lambda/4n$ の SiO_2 膜より成る第1の光透過性絶縁膜(11)をCVDで被着した。そしてこれの上に第2の光透過性絶縁膜(12)として SiN 膜を被着した。その膜厚 l_2 に対する反射率を第6図に示す。これを見て明らかなようにこの場合、 $l_2\sim 980\text{\AA}$ ($l_2\sim \lambda/4n$)で反射率がピークを来す。この場合の反射率のピークは55.5%程度を示しており、このピーク(変曲点)近傍の55.5%を目的として $l_2\sim \lambda/4n$ (980 \AA)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じててもその反射率を $55\sim 56\%$ ($55.5\pm 0.5\%$)というばらつき小さく高精度に再現性良く得ることができる。

実施例6

実施例5と同様に第1の光透過性絶縁層(11)として $l_1\sim 3\lambda/4n$ の SiO_2 膜を形成し、これの上の第2の光透過性絶縁膜(12)を Al_2O_3 によって形成した。この場合、第7図に示すように $l_2\sim 1200\text{\AA}$ ($l_2\sim \lambda/4n$)で反射率がピークを来す。この場合の反射率のピークは41%程度を示しており、このピーク(変曲点)近傍の4%を目的として $l_2\sim \lambda/4n$ (1200 \AA)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じててもその反射率を $16\pm 1\%$ というばらつき小さく高精度に再現性良く得ることができる。

実施例7

第1の光透過性絶縁膜(11)として $l_1\sim \lambda/2n$ の SiO_2 膜を被着し、第2の光透過性絶縁膜として $3\lambda/4n$ の Al_2O_3 膜を被着した。この場合、第8図に示すように、 $l_2\sim 1200\text{\AA}$ ($l_2\sim \lambda/4n$)で反射率が5%程度の極小を示しており、この極小(変曲点)近傍の4%を目的として $l_2\sim \lambda/4n$ (1200 \AA)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じててもその反射率を $4\pm 1\%$ というばらつき小さく高精度に再現性良く得ることができる。

実施例8

第1の光透過性絶縁膜(11)とし $l_1 \approx \lambda/2n$ の SiO_2 膜を被着し、第2の光透過性絶縁膜として $3\lambda/4n$ の Si_3N_4 膜を被着した。この場合、第9図に示すように、 $l_2 \approx 980\text{\AA}$ ($l_2 \approx \lambda/4n$)で反射率が0.8%程度の極小を示しており、この極小($l_2 \approx \lambda/4n$ (980Å))になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じてその反射率を $0.9 \pm 0.1\%$ というばらつき小さく高精度に再現性良く得ることができる。

実施例9

第1の光透過性絶縁膜(11)として $l_1 \approx 3\lambda/4n$ の Al_2O_3 膜を被着し、第2の光透過性絶縁膜として $3\lambda/4n$ の厚さの SiO_2 膜を被着した。この場合、第10図に示すように、 $l_2 \approx 1350\text{\AA}$ ($l_2 \approx \lambda/4n$)で反射率がピークを来す。この場合の反射率のピークは23.5%程度を示しており、このピーク(変曲点)近傍の24%を目的として $l_2 \approx \lambda/4n$ (1350Å)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じてその反射率を $23.5 \pm 0.5\%$ というばらつきの小さく高精度に再現性良く得ることができる。

実施例10

第1の光透過性絶縁膜(11)として $l_1 \approx 3\lambda/4n$ の Al_2O_3 膜を被着し、第2の光透過性絶縁膜(12)として $3\lambda/4n$ の SiN 膜を被着した。この場合、第11図に示すように、 $l_2 \approx 980\text{\AA}$ ($l_2 \approx \lambda/4n$)で反射率がピークを来す。この場合の反射率のピークは48%程度を示しており、このピーク(変曲点)近傍の47.5%を目的として $l_2 \approx \lambda/4n$ (980Å)になるように形成すれば、これに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じてその反射率を $47.5 \pm 0.5\%$ に高精度をもって再現性良く実現できる。

実施例11

第1の光透過性絶縁膜(11)として $l_1 \approx \lambda/2n$ の Al_2O_3 膜を被着し、第2の光透過性絶縁膜として $\lambda/4n$ の Si_3N_4 膜を被着した。この場合、第12図に示すように、 $l_2 \approx 980\text{\AA}$ ($l_2 \approx \lambda/4n$)で反射率が0.5%程度の極小を示しており、この極小(変曲点)近傍の0.75%を目的として $l_2 \approx \lambda/4n$ (980Å)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じてその反射率を $0.75 \pm 0.25\%$ というばらつきの小さい高精度でかつ再現性良く得ることができることになる。

実施例12

第1の光透過性絶縁膜(11)として $l_1 \approx \lambda/2n$ の Al_2O_3 膜を被着し、第2の光透過性絶縁膜(12)として SiO_2 膜を被着した。この場合、第13図に示すように、 $l_2 \approx 1340\text{\AA}$ ($l_2 \approx \lambda/4n$)で反射率が6%程度で極小を示して

り、この極小(変曲点)近傍の7%を目的として $l_2 \approx \lambda/4n$ (1340Å)になるように形成すればこれに多少のばらつき $\pm 50\text{\AA}$ が生じてその反射率を $7 \pm 1\%$ の高精度で再現性良く得ることができる。

今、例えば第1の光透過性絶縁膜(11)として厚さ $l_1 \approx \lambda/2n$ の SiN 膜を用いて、これの上の第2の光透過性絶縁膜(12)として、 SiO_2 を用いた場合、その SiO_2 による第2の光透過性絶縁膜(12)の厚さ l_2 についての反射率をみると、第14図中曲線(140)に示すようになる。このとき、第2の光透過性絶縁膜(12)の厚さ $l_2 = 1350\text{\AA}$ とすると反射率は9%となる。この場合に、第1の光透過性絶縁膜(11)が $\pm 100\text{\AA}$ 変動したとすると、その反射率は曲線(141)及び(142)に示すように変化するが、このとき、第2の光透過性絶縁膜(12)が 1350\AA から $\pm 50\text{\AA}$ に変動したとしてもその反射率のばらつきは $9 \pm 1\%$ の範囲内となる。

【発明の効果】

上述したように本発明においては、第1の光透過性絶縁膜(11)及び第2の光透過性絶縁膜(12)の厚さの特定によってそれぞれ端面反射率を0.5~1.0%, 3~5%, 6~8%, 6.5~8.5%, 15~17%, 23~24%, 39~41%, 47~48%, 55~56%において、つまり、これら各範囲の中心値に対し $\pm 1\%$ 以内にとどめることができるので、それぞれの目的に応じて例えばスーパーluminescence、あるいは高出力、または戻り光対策等の目的に応じて種々の光出射端面の反射率の選定を行うことができる。

そしてこの場合膜厚のばらつきによる光出射端面の反射率の変動を抑制することができることによって、光反射制御膜(2)、すなわち各第1及び第2の光透過性絶縁膜の膜厚のばらつきによる反射率への影響が抑制されることによって製造工程での膜厚の許容範囲を広くとることができ、これに伴って高歩留り化が期待できるなど工業的に大きな利益をもたらす。

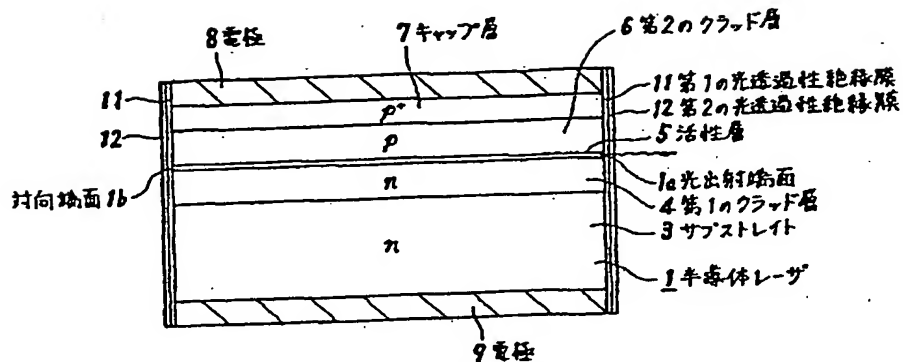
【図面の簡単な説明】

第1図は本発明による半導体レーザの一例の略線的拡大断面図、第2図~第13図は反射率の第2の光透過性絶縁膜の膜厚との関係を示す図、第14図は本発明による半導体レーザの反射率のばらつきの説明図、第15図は選定反射率と反射率制御膜の構造との関係を示す表図、第16図は単層膜の端面反射率の膜厚との関係を示す図、第17図は端面反射率のばらつきの説明に供する図である。

(1a)及び(1b)は光出射端面及び対向端面、(2)は反射率制御膜、(11)及び(12)はその第1及び第2の光透過性絶縁膜である。

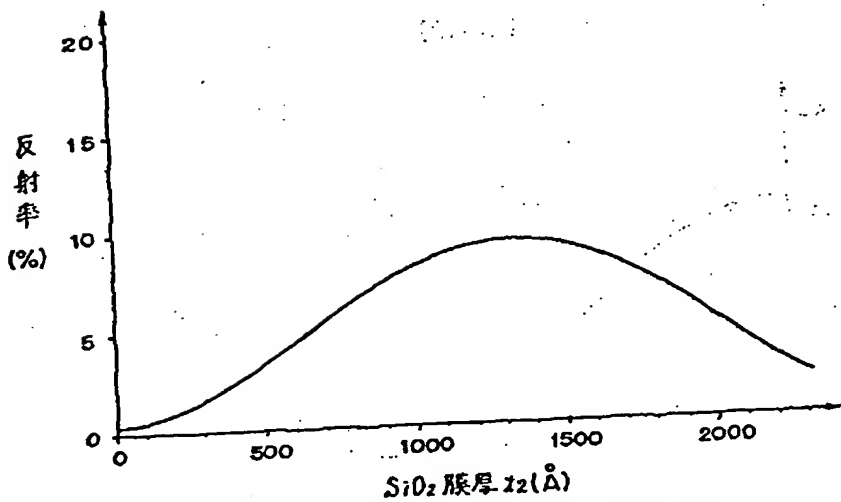
(5)

【第1図】



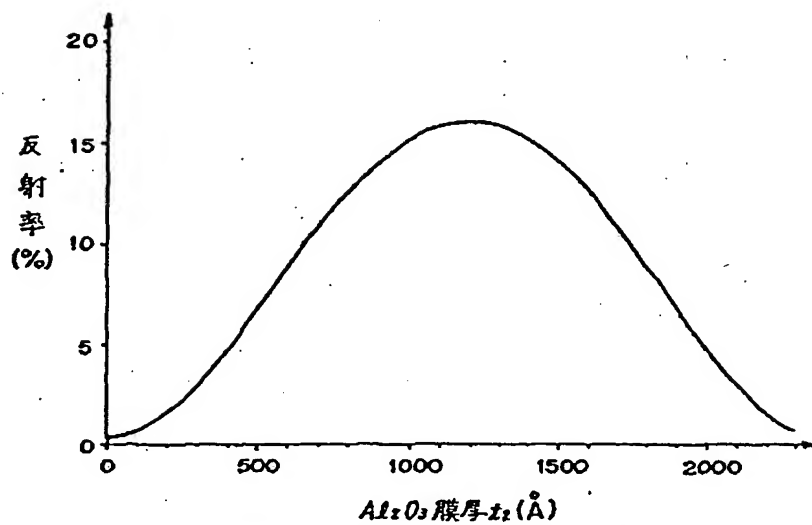
半導体レーザの断面図

【第2図】



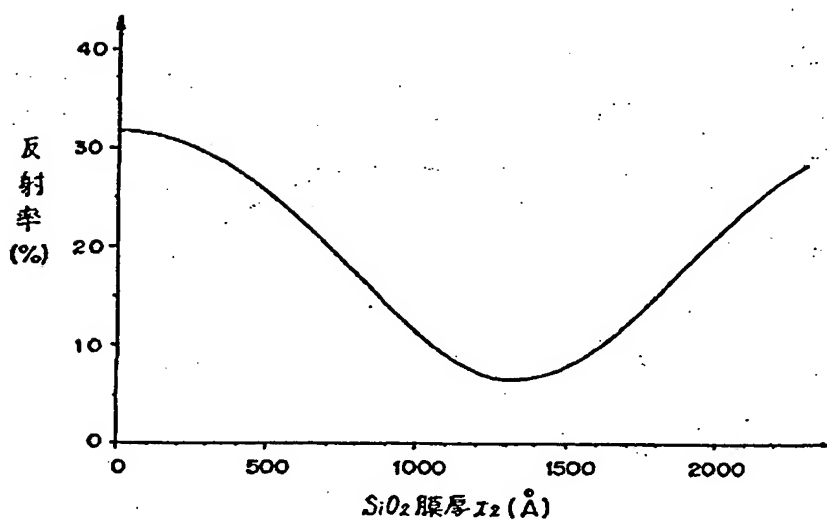
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第3図】



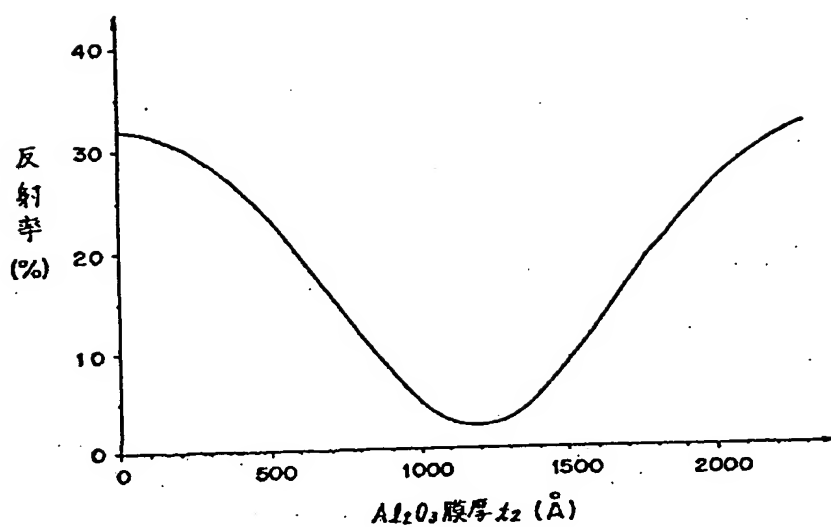
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第4図】



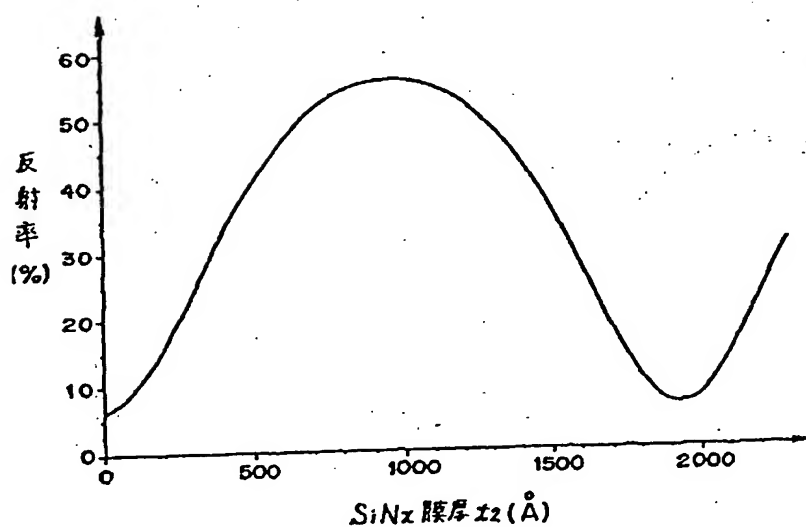
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第5図】



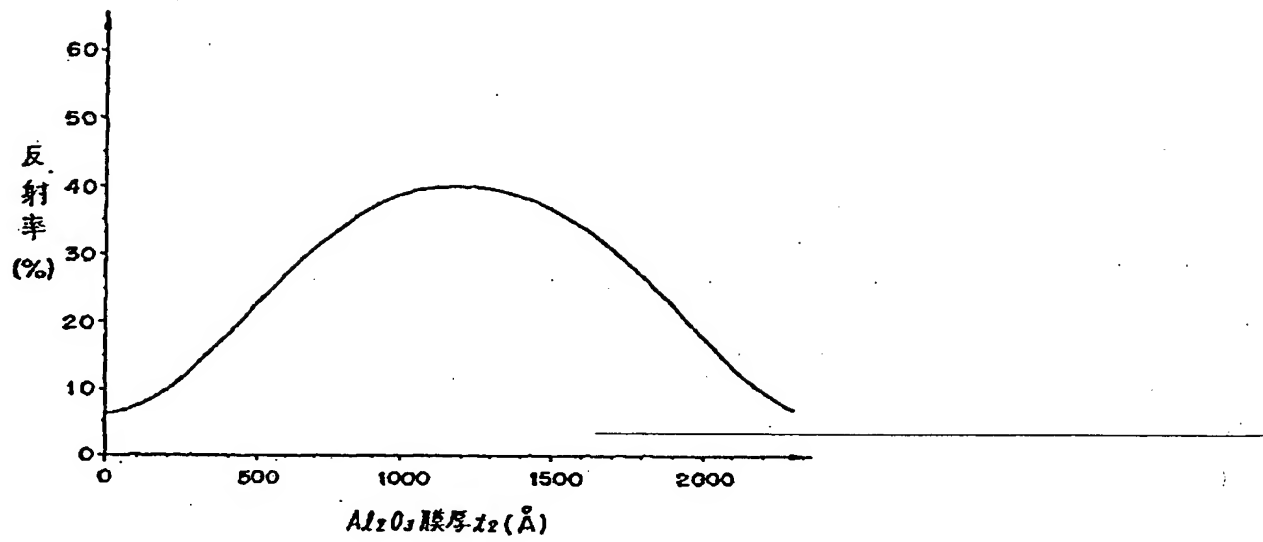
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第6図】



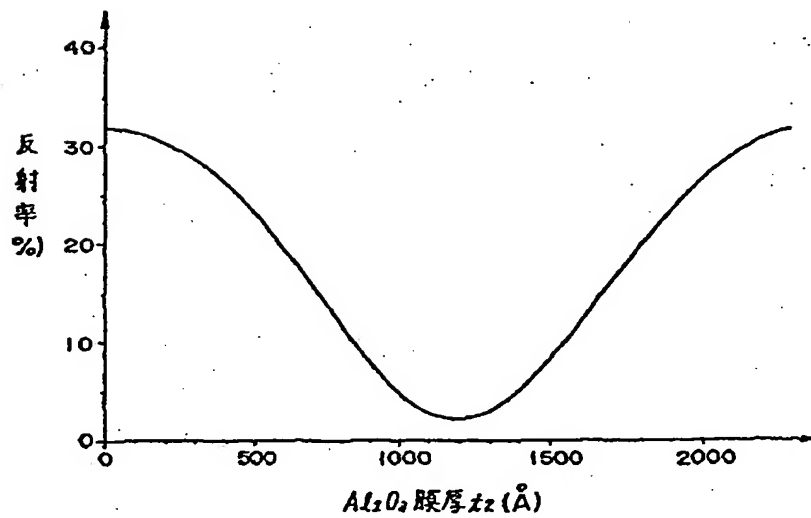
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第7図】



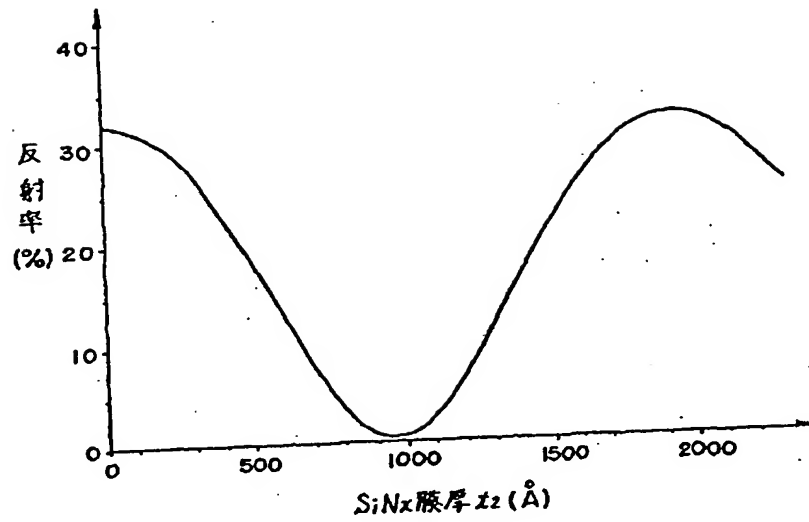
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第8図】



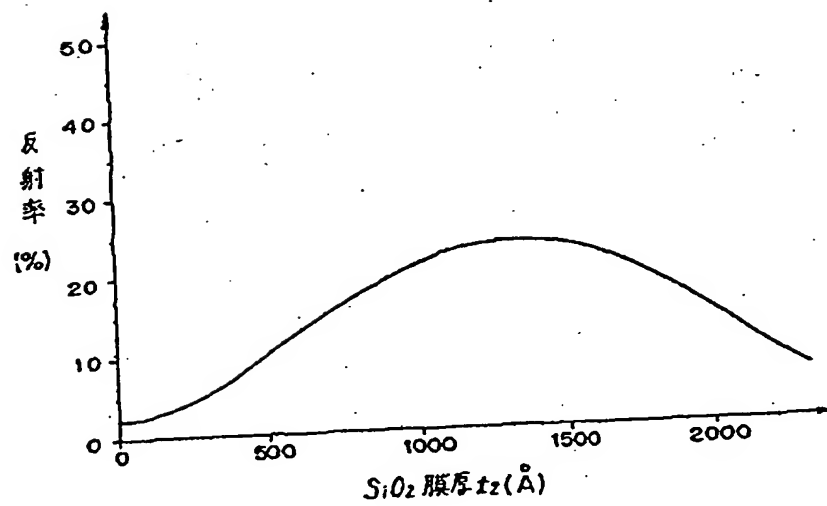
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第9図】



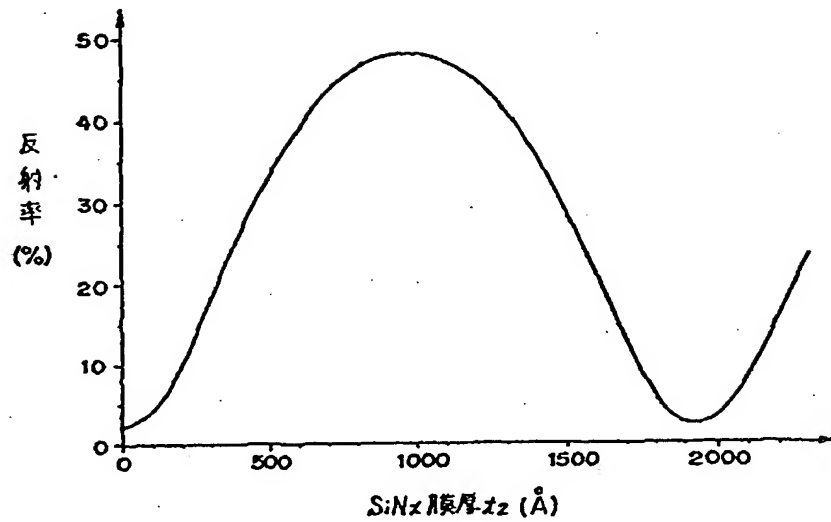
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第10図】



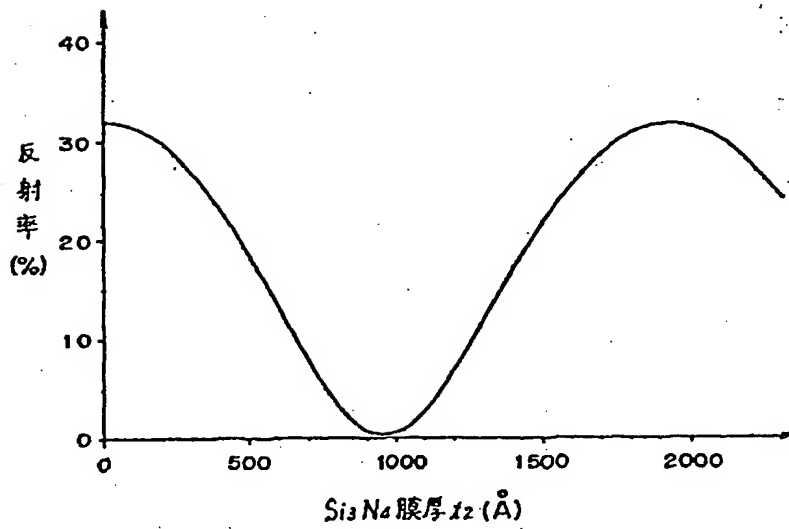
端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第11図】



端面反射率の膜厚との関係を示す図

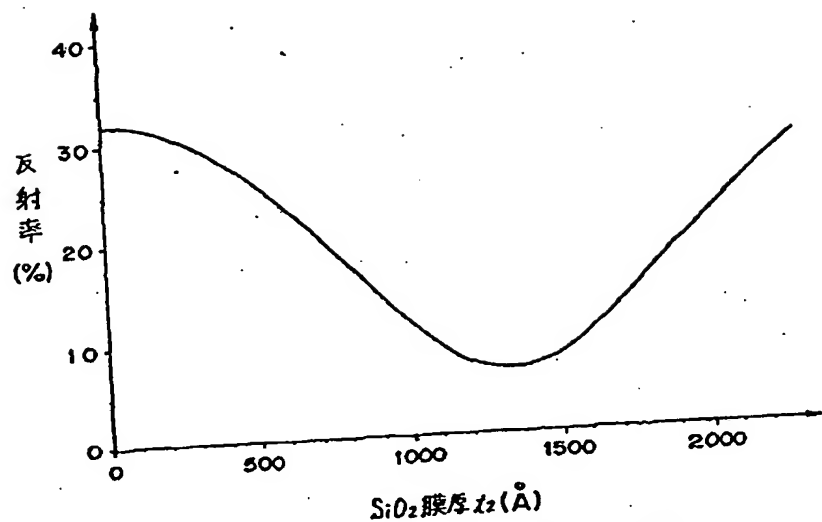
【第12図】



端面反射率の膜厚との関係を示す図

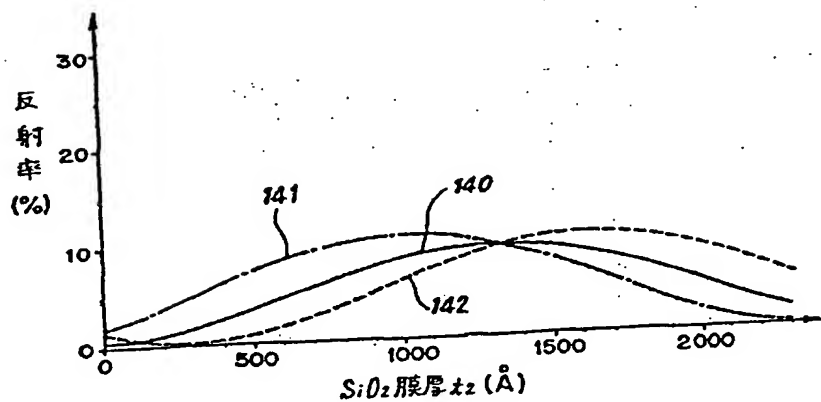
(11)

【第13図】



端面反射率の膜厚との関係を示す図

【第14図】



端面反射率の膜厚との関係を示す図

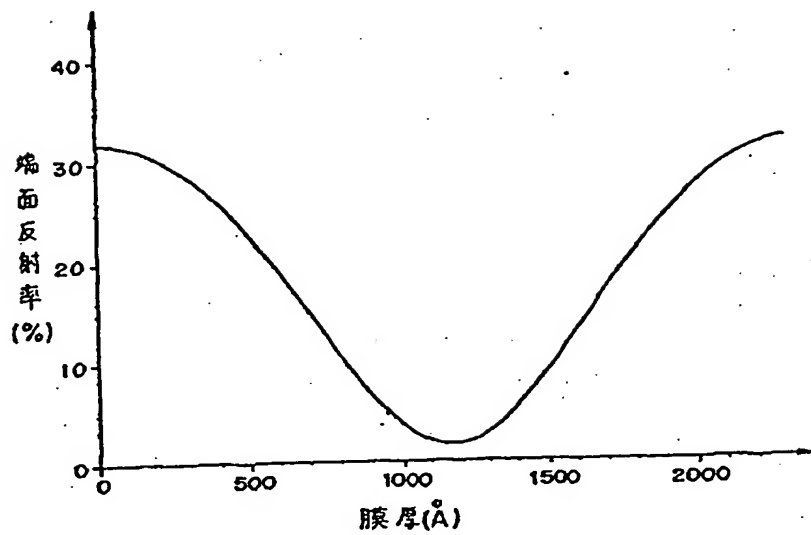
【第15図】

| 透定反射率 | 第1の透明絶縁膜 | | 第2の透明絶縁膜 | | 実施例 | 対応図面 |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---|-------|-------|
| | t_1 | 材料 | t_2 | 材料 | | |
| 0.5~1.0% (0.75±0.25%) | $\frac{(2m+1)}{2n} \lambda$ | SiO ₂ | $\frac{(2m+1)}{4n} \lambda$ | Si ₃ N ₄ | 実施例 8 | 第 9 図 |
| 3~5% (4±1%) | " | Al ₂ O ₃ | " | SiO ₂ | " 11 | 第12 図 |
| | " | Si ₃ N ₄ | " | Al ₂ O ₃ | " 4 | 第 5 図 |
| | " | SiO ₂ | " | Al ₂ O ₃ | " 7 | 第 8 図 |
| | " | Si ₃ N ₄ | " | SiO ₂ | " 3 | 第 4 図 |
| 6.5~8.5% (7.5±1%) | " | Al ₂ O ₃ | " | Si ₃ N ₄ SiO ₂ | " 12 | 第13 図 |
| 7~9% (8±1%) | $\frac{(2m+1)}{4n} \lambda$ | Si ₃ N ₄ | " | SiO ₂ | " 1 | 第 2 図 |
| 15~17% (16±1%) | " | Si ₃ N ₄ | " | Al ₂ O ₃ | " 2 | 第 3 図 |
| 23~24% (23.5±0.5%) | " | Al ₂ O ₃ | " | SiO ₂ | " 9 | 第10 図 |
| 39~41% (40±1%) | " | SiO ₂ | " | Al ₂ O ₃ | " 6 | 第 7 図 |
| 47~48% (47.5±0.5%) | " | Al ₂ O ₃ | " | Si ₃ N ₄ | " 10 | 第11 図 |
| 55~56% (55.5±0.5%) | " | SiO ₂ | " | Si ₃ N ₄ | " 5 | 第 6 図 |

各例の特性表図

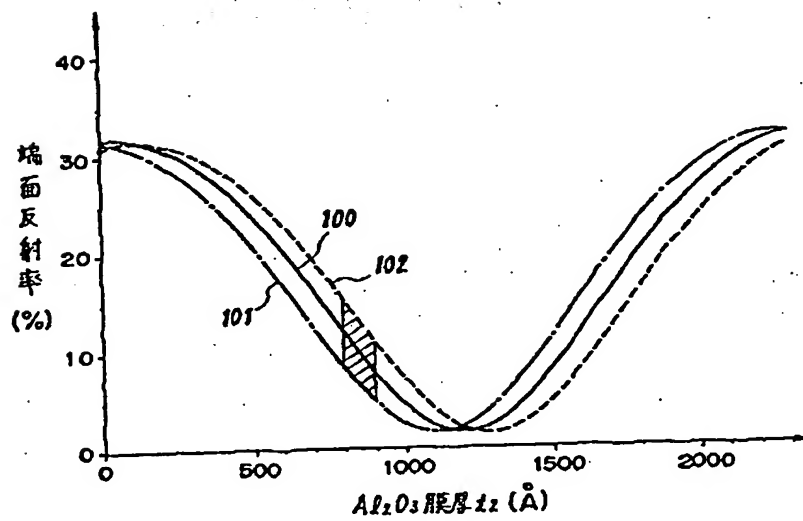
Al₂O₃ 1.65SiO₂ 1.45Si₃N₄ 1.8~2.2

【第16図】



単層膜の端面反射率の膜厚依存性を示す図

【第17図】



端面反射率のばらつきの説明図

フロントページの続き

(72) 発明者 平林 崇之
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
ニー株式会社内

(56) 参考文献 特開 昭59-145588 (J P, A)
特開 昭64-47082 (J P, A)

THIS PAGE BLANK (USPTO)